

На рисунке 2 показана область существования показателей надежности K_1 , K_2 , K_3 и порядок определения их области состояния используя заданные или полученные при контрольных испытаниях исходные точки A_1, \dots, A_4 .

Использование этих показателей упрощает определение и прогнозирование запаса надежности по выходному параметру. Тогда показатели $P(t)$, δ_T , определенные за межналадочный период, являются исходными данными для прогнозирования ресурса по выходному параметру T_r .

Расчет значений запаса надежности многоцелевого станка с ЧПУ модели MC 12-250 по критерию ΔY – погрешность выходного параметра по лимитирующему размеру вдоль координаты Y , которая определяется как разность между текущим перемещением рабочего органа $Y_{\text{тек}}$ и запрограммированным $Y_{\text{прог}}$ показывает, что обработка прецизионных деталей не должна превосходить $\Delta Y_{\text{max}} = 46$ мкм (что соответствует IT7, исходя из класса точности станка, и максимальному перемещению вдоль координаты Y , равному 250 мм).

В этом случае коэффициент надежности для данного параметра $K_H = 1,43$ при вероятности безотказной работы по выходному параметру $P(t) \rightarrow 0$. При работе за межналадочный период происходит снижение запаса станка по точности δ_T до 10,8 мкм при $K_H = 1,26$; $P(t) = 0,9965$. При этом значение показателя K_1 снижается с 0,4 до 0,23. Для поддержания выходного параметра MC на данном уровне ($K_I = 0,4$) необходимо снижение влияния систематических составляющих погрешности, т.е. увеличение коэффициента K_3 с 0,3 до 0,6 (рисунок 2), что возможно при автоматической коррекции величины перемещения или положения инструмента.

Выводы

1. При эксплуатации многоцелевого станка с ЧПУ его параметрическая надежность может быть обеспечена за счет контроля выходного параметра ΔY и управлением наиболее значимого для изменения ΔY повреждения.

2. Зная значение исходного состояния выходного параметра и закон его изменения во время эксплуатации, можно прогнозировать ресурс работы MC с ЧПУ, при котором вероятность безотказной работы $P(t)$ не будет превышать допустимого уровня и, используя возможности системы управления, управлять точностью обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Точность и надёжность станков с числовым программным управлением / Под ред. А.С. Проникова. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
2. Проников А.С. Параметрическая надежность машин и технологического оборудования. Проблемы, перспективы, тенденции // Проблемы машиностроения и надежности машин. 1990. – № 2. – С. 50-59.
3. Горбунов В.П., Григорьев В.Ф. Оценка технологической надёжности многоцелевого станка по параметру точности координатных перемещений // Вестник БрГТУ – Машиностроение, автоматизация, ЭВМ. – 2002, – № 4(16). – С. 8-11.

УДК [621.9:62-502.55]:62-192

Рудюк А.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Горбунов В.П.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ МНОГОЦЕЛЕВОГО СТАНКА С ЧПУ MC 12-250 ЗА МЕЖНАЛАДОЧНЫЙ ПЕРИОД

Показателями качества обработки, характеризующими MC с ЧПУ как элемент технологической системы, являются: точность размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей, их шероховатость, а в ряде случаев и физико-механические

характеристики поверхностного слоя. Событие, заключающееся в выходе любого из заданных параметров точности обработки за установленные пределы, считается отказом по точности обработки. Точность обработки на МС с ЧПУ изменяется при эксплуатации вследствие действия различных процессов, которые, как правило, имеют случайный (стохастический) характер. Поэтому отказы по точности обработки имеют дисперсию и подчиняются закономерностям для случайных событий.

Как показал анализ литературных источников, основную долю в погрешности обработки составляет погрешность позиционирования. Но с увеличением класса точности станка усиливают свое влияние на погрешность позиционирования отклонения от перпендикулярности, параллельности и угловые смещения в направлениях поперечном рассматриваемому перемещению.

В качестве объекта исследований был выбран многоцелевой станок с горизонтальным расположением шпинделя модели МС 12-250. Станок предназначен для обработки мелких и средних корпусных деталей с высокой точностью в условиях мелкосерийного и серийного производства на предприятиях приборостроения и общего машиностроения.

Была произведена оценка параметрической надежности МС 12-250 с ЧПУ в начальный период и за межналадочный период. На рисунке 1 представлена схема измерения погрешности позиционирования.



Рис. 1 — Схема измерения погрешности позиционирования станка с ЧПУ МС 12-250

Статистическая обработка результатов контрольных испытаний позволила определить параметры геометрической точности, погрешности позиционирования, выявить закон изменения выходного параметра и диагностических факторов для определения показателей γ_t , γ_k [2] и дальнейшего прогнозирования. Причем оценка влияния тепловых полей станка проводилась при различных режимах работы шпинделя по методике ускоренных испытаний.

На рисунке 2 представлены результаты исследования погрешности позиционирования. Расчет параметров выполнен по методике [1].

По полученным графикам методом аналитического расчета было вычислено, что на всем диапазоне перемещения (250 мм) можно производить обработку не точнее 9-го качества, при погрешности позиционирования равной 38,8 мкм без дополнительной

коррекции размеров, а на участке 50-150 мм (точки 3, ..., 8) точность обработки повышается до 7 квалитета, погрешность снижается до 17 мкм.



Рис. 2 — Погрешность позиционирования по координате Y станка MC 12-250

Полученные значения составляющих погрешности позиционирования создают область существования. За межналадочный период происходит смещение этих параметров под действием тепловых деформаций.

Установлено, что тепловые смещения шпинделя и его деформации наиболее существенно влияют на параметры точности обработки в плоскости стола станка XOY. Причем подтверждено предположение о термосимметричности конструкции станка относительно сечения в плоскости YOZ. Таким образом, направление измерения расположения оси шпинделя будет осуществляться вдоль оси координат Y, как лимитирующее в балансе погрешности станка. Все замеры осуществлялись с помощью измерительного комплекса «Сигнал - 1» (рисунок 1). Также проведенные исследования показали, что изменение положения ползуна приводит к изменению закона смещения оси шпинделя.

Были установлены диагностические признаки состояния шпинделя. Косвенным диагностическим признаком тепловых деформаций является температура. Определены параметры теплового поля шпинделя, на котором обнаруживается точка максимальной температуры Θ_{max} . Экспериментальные исследования проводились при наиболее характерных частотах вращения шпинделя (500... 1600 мин⁻¹). При длительной обработке детали доминирующее влияние на погрешность смещения оси шпинделя оказывают деформации стойки станка. Поэтому в качестве диагностического сигнала при изготовлении деталей с длительным циклом обработки можно принимать разность температур передней и задней стенок стойки ($\Theta_1 - \Theta_2$).

Изменяя вылет пиноли от 0 до 150 мм и частоту вращения шпинделя, был определен диагностический сигнал и соответствующие ей кривая изменения температуры и кривая смещения в плоскости XOY [3].

Результаты диагностирования можно использовать для прогнозирования параметрической надежности рассматриваемого станка.

Расчет производился без учета изменения погрешности позиционирования под влиянием тепловых повреждений в системе привода подачи стол-салазки станка, при частоте вращения шпинделя $n = 500; 1000; 2000$ мин⁻¹. В этом случае коэффициент надежности [2] для данного параметра при частоте вращения шпинделя $n = 1000$ мин⁻¹ $K_T = 1,43$, а вероятность безотказной работы по выходному параметру $P(t) \rightarrow 0$. За межнала-

дочный период запас надежности уменьшится до $K_T = 1,06$, а резерв по выходному параметру δ_T , который в начальном состоянии составлял 20 мкм, снизится до 3 мкм.

Если же брать максимальный режим обработки, то при частоте вращения шпинделя $n = 2000 \text{ мин}^{-1}$ и вылетом инструмента по оси $Z = 185 \text{ мм}$ время достижения минимального значения δ_T снизится почти в два раза [3].

Выводы

1. Диагностирование состояния МС за межналадочный период дает возможность повышения точности обработки за счет поддержания резерва станка по точности на требуемом уровне.

2. Регулирование тепловым режимом станка по диагностическому сигналу позволяет работать в области оптимальных режимов резания, что приводит к повышению производительности обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев В.Ф., Горбунов В.П. Методические указания к лабораторной работе «Измерение точности позиционирования рабочих органов станков с ЧПУ» по дисциплине «Испытание и эксплуатация металлорежущих станков». – Брест: БрГТУ, 2000. – 18 с.

2. Горбунов В.П., Григорьев В.Ф. Оценка технологической надёжности многоцелевого станка по параметру точности координатных перемещений // Вестник БрГТУ. – 2002. – № 4(16): Машиностроение, автоматизация, ЭВМ. – С. 8-11.

3. Горбунов В.П., Григорьев В.Ф., Рудюк А.Н. Диагностирование тепловых деформаций многоцелевого станка с ЧПУ // Вестник БрГТУ. – 2008. – № 4 (52): Машиностроение. – С. 31-33.

УДК 629.083

Седой Е.Н.

*Научные руководители: ст. преподаватель Страчук И.В.,
преподаватель-стажер Концевич П.С.*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Процесс оперативно-производственного управления текущим ремонтом (ТР) автомобилей состоит из комплекса операций, выполняющихся в определенной последовательности и составляющих замкнутый технологический цикл, и имеет целью обеспечение выполнения заданий по ТР автомобилей с заданным уровнем качества при минимальных затратах. Достижение поставленной цели в значительной мере зависит от качества составления оперативно-производственного плана выполнения ТР автомобилей на предстоящую смену и четкости его реализации.

Задача оперативно-производственного планирования процессов ТР заключается в составлении графика поступления автомобилей на специализированные посты из общей очереди. Оперативно-производственное планирование базируется на следующих предпосылках, отражающих особенности функционирования технической службы АТП:

- интегральным признаком каждого требования являются его диспетчерская и технологическая характеристики. Под диспетчерской характеристикой требования понимается содержащееся в ней сочетание работ с указанием планового времени их выполнения. Под технологической характеристикой требования – соответствие специализированным постам, участкам и совокупность технологических очередностей выполнения отдельных видов работ, содержащихся в диспетчерской характеристике рассматриваемого требования;

- оперативно-производственное планирование производится до начала смены;